Untersuchungen zur Korrelation von Zahn- und Skelettalter bei kieferorthopädischen Patienten

von

Hans - Jürgen Künecke

aus

Landshut

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546222_0086

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. A. Fleischer-Peters

Untersuchungen zur Korrelation von Zahn- und Skelettalter bei kieferorthopädischen Patienten

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich - Alexander - Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von

Hans - Jürgen Künecke
aus
Landshut

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. V. Becker
Referent: Prof. Dr. A. Fleischer-Peters
Tag der mündlichen Prüfung: 05.10.1981

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Untersuchungen zur Korrelation von Zahn- und Skelettalter bei kieferorthopädischen Patienten

I. Einleitung..... 1

II. Literaturübersicht..... 4

III. Material und Methode.....14

IV. Ergebnisse.....28

V. Diskussion.....39

VI. Zusammenfassung.....44

VII. Literaturverzeichnis.....45

I. Einleitung

Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung und Therapieplanung ist die Beurteilung der Wachstumssituation von großer Wichtigkeit. Zur Behandlungsplanung und -durchführung ist es von entscheidender Bedeutung, zu wissen, welcher Entwicklungsstand erreicht ist und welches Wachstum noch zu erwarten ist. Dabei interessiert sowohl dessen Geschwindigkeit als auch dessen Richtung. Auch die Vorausberechnung des Zeitpunktes, zu dem das präpubertale Wachstumsminimum endet und der pubertale Wachstumsschub einsetzt, gehört dazu. Erst mit Hilfe dieser Daten ist eine Präzisierung des kieferorthopädischen Befundes und eine genauere Planung der notwendigen Therapiemaßnahmen möglich.

Es ist bekannt, daß das Lebensalter wenig darüber aussagt, wie weit ein Kind in seiner individuellen Entwicklung gediehen ist. Betrachtet man etwa eine Gruppe Gleichaltriger, z. B. eine Schulklasse, so wird man erhebliche Unterschiede bei den Kindern, sowohl in Größe und Gewicht, als auch bezüglich der körperlichen und geistigen Reifemerkmale feststellen. Das heißt, daß das einzelne Kind in erheblichem Ausmaß von dem mittleren Wachstumsverhalten der Gruppe Gleichaltriger abweichen

kann. Aussagekräftiger als das chronologische Alter ist dagegen das biologische Alter, das sich u. a. aus Körpergröße, Gewicht, Skelettentwicklung, Zahnalter, dem Sichtbarwerden der sekundären Geschlechtsmerkmale und dem Einsetzen der Pubertät bestimmen läßt.

Der kieferorthopädisch tätige Zahnarzt wird also zur Beurteilung der Gebißsituation eines Heranwachsenden auf das biologische Alter zurückgreifen, vor allem wenn es darum geht, das Schädel- und Gesichtswachstum in seiner Richtung zu beeinflussen oder sich dessen Wachstumsmuster zunutze zu machen, um Kieferfehlbildungen zu behandeln. Richtung und Intensität des Wachstums im Kiefer - Gesichtsbereich können im Hinblick auf die Kieferorthopädie - Therapie hilfreich sein, aber auch behindernd wirken. Nach Beendigung des Wachstums sind mit kieferorthopädischen Mitteln nur noch dentoalveoläre Korrekturen möglich. Aus neueren Untersuchungen ist bekannt, daß mit dem Körperwachstum gleichzeitig intensive Wachstumsänderungen im Kiefer - Gesichtsbereich einsetzen. Es ist deshalb für den Kieferorthopäden von großem Interesse, ob Skelettalter und Zahnalter übereinstimmen, bzw. inwieweit sie voneinander abweichen.

Diese Untersuchung wurde deshalb mit dem Ziel durchgeführt, zu klären, wie das berechnete Zahnalter und Ske-

lettalter korrelieren und wie groß die Abweichungen vom chronologischen Alter sind.

II. Literaturübersicht

Aus neuerer Zeit gibt es zahlreiche Untersuchungen, sowohl Longitudinal-, als auch Querschnittsstudien, die sich mit Wachstum, Zahnentwicklung und deren Beziehung untereinander beschäftigen. Diese Studien geben wertvolle Aufschlüsse über Behandlungsbeginn und Behandlungsdauer, sowie über die einzusetzenden Behandlungsmittel.

Als einfachste Möglichkeit, das biologische Alter zu bestimmen, wird das Zahnalter (ADLER - HRADECKY 1959) angegeben, was allerdings allein nicht ausreichend ist. Zur Bestimmung des Zahnalters sind jedoch zahlreiche unterschiedliche Methoden angegeben, die von völlig verschiedenen Kriterien ausgehen.

In den meisten Arbeiten wird zwischen zwei Arten von Zahnalterbestimmungen unterschieden: Zum einen die röntgenologische Analyse, die vom Grad der Mineralisation der Krone und Wurzel ausgeht, und zum anderen die Beurteilung von Zahl und Reihenfolge der durchgebrochenen Zähne. Leider besteht keine Übereinstimmung unter den Autoren, weder was die Beurteilung der verschiedenen Mineralisationsstadien angeht, noch was die Definition

des Zahndurchbruchs betrifft, so daß die Ergebnisse der einzelnen Arbeiten untereinander kaum vergleichbar sind.

Zur Bestimmung des Zahnalters auf Grund der Mineralisation gaben 1959 GARN und LEWIS drei, 1961 LAUTERSTEIN sieben, 1970 SCHOPF zehn und 1963 MOORREES sogar vierzehn verschiedene Stadien an, um nur einige wenige Autoren zu nennen. Beim Zahndurchbruch sind entweder keine Definitionen angegeben oder es werden so unterschiedliche Kriterien wie der Durchbruch des Zahnes durch die Kortikalis, durch die Schleimhaut oder das Erreichen der Okklusionsebene herangezogen. Auch Beurteilungen auf Grund einer Kombination aus Zahndurchbruch und Mineralisation, wie in der Arbeit von LEWIS aus dem Jahre 1960, sind zu finden.

Die Reihenfolge des Zahndurchbruchs untersuchte CATTELL bei 7689 Patienten nordeuropäischer Abstammung bereits im Jahre 1928. Er ermittelte als einer der wenigen auch die Dauer des Zahndurchbruchs bis zum Einstellen in die Okklusionsebene. Dabei unterteilte er in eben die Schleimhaut perforierende, in halb durchgebrochene und in vollständig durchgebrochene Zähne, die dann in Okklusionskontakt stehen. So betrug die durchschnittliche Dauer der Durchbruchszeit der oberen 2er beispielsweise 9,05 Monate, die der oberen 4er 4,11 Monate.

CATTELL konnte keinen zeitlichen Unterschied beim Zahndurchbruch der rechten und der linken Kieferhälfte feststellen, mit Ausnahme des rechten oberen 4ers, der etwa 2 Monate vor dem linken durchbricht.

Der Durchbruch der bleibenden Zähne, der in zwei Phasen verläuft, die durch ein Ruheintervall unterteilt sind, in dem keine weiteren Zähne durchbrechen, wurde von zahlreichen Autoren untersucht, wie zum Beispiel 1948 von HELLMANN, 1954 von FULTON und PRICE, 1962 von KNOTT und MEREDITH, 1974 von FILIPSSON und 1976 von TARANGER. Diese Autoren fanden übereinstimmend, daß im ersten Abschnitt die Sechsjahrmolaren und die mittleren und seitlichen Schneidezähne, also insgesamt zwölf Zähne durchbrechen. Nach einer Durchbruchspause von etwa ein bis zwei Jahren, deren Dauer sowohl vom Geschlecht, als auch von der Rasse der untersuchten Kinder abhängig ist, brechen dann die Prämolaren, die Eckzähne und die zweiten Molaren durch.

Dieses Ruheintervall ist durchschnittlich bei Mädchen kürzer als bei Jungen, und zwar bei allen untersuchten Rassen. Die Dauer des Intervalls scheint kürzer zu sein, wenn die Periode des Zahnwechsels insgesamt lang ist, z. B. bei chinesischen Kindern, und scheint länger zu sein, wenn die Zahnwechselperiode kurz ist, wie z. B.

bei den Zulus (HELLMANN). Erstaunlicherweise konnten DAHLBERG und MAUNSBACH 1948 bei ihrer Untersuchung von 6030 Patienten dieses Ruheintervall beim Durchbruch der bleibenden Zähne überhaupt nicht feststellen.

Die wohl einfachste Art, das Zahnalter zu bestimmen, ist die Registrierung und Auswertung der Zahl der durchgebrochenen Zähne. Das ist sowohl am Patienten als auch an Kiefermodellen oder Panoramaröntgenaufnahmen möglich.

ADLER hat 1957 auf diese Weise die Tabellen von MATIEGKA (1921) korrigiert, die, seiner Meinung nach, wegen der Akzeleration der Jugend inzwischen veraltet waren. Mit diesen Tabellen lassen sich Früh-, Normal- und Spätzahner anhand der vorhandenen Zähne, sowohl der bleibenden als auch der Milchzähne, unterscheiden. In dieser Veröffentlichung weist ADLER auf den Zusammenhang von vorzeitigem Zahndurchbruch und kariösem Verfall von Zähnen der ersten Dentition bei Stadtkindern hin. Auch DAHLBERG und MAUNSBACH (1948), ADLER - HRADECKY (1959), NANDA (1960), LEE und Mitarbeiter (1965), WEERDA (1968) und FILIPSSON (1974) benutzten die Anzahl der durchgebrochenen bleibenden Zähne zur Zahnalterbestimmung. Andere Autoren berücksichtigten nicht nur die Anzahl, sondern auch die Reihenfolge, in der die Zähne durchbrechen, so z. B. CATTELL, KNOTT und MEREDITH konnten

1962 die Ergebnisse einer Longitudinalstudie publizieren, die sie aus der Untersuchung von 107 nordamerikanischen Patienten weißer Hautfarbe (57 Jungen und 50 Mädchen) gewonnen hatten. Hierbei gaben sie eine genaue Definition von "Zahndurchbruch" an. Von diesen Autoren wurde ein Zahn dann als durchgebrochen gewertet, wenn ein Teil der Krone die Schleimhaut durchbohrt hatte und die Krone mit einem Durchmesser von mindestens einem Millimeter sichtbar war. Diese Untersuchung ergab einen Zeitvorsprung beim Durchbruch der unteren Incisivi und Canini gegenüber denen des Oberkiefers. Die zeitlichen Schwankungen waren am größten bei 3ern und 5ern und am kleinsten bei den 6ern. Die Zeitdifferenzen beim Durchbruch von homologen Zähnen waren am größten bei den 5ern und wiederum am kleinsten bei den 6ern. Ebenso ließ sich eine Durchbruchsreihenfolge festlegen. Aus dem Erscheinen der unteren seitlichen Schneidezähne ließ sich beispielsweise mit 66 %iger Wahrscheinlichkeit der Durchbruch der unteren Eckzähne auf sechs Monate genau voraussagen und bei einer Genauigkeit von zwölf Monaten sogar mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit.

Der Zahndurchbruch stellt nur eine Momentaufnahme der Zahnentwicklung dar, der noch dazu stark beeinflußbar ist, z. B. durch frühzeitigen Milchzahnverlust, Verlagerungen, Nichtanlagen, Engstände, Mikrodontie und Kie-

ferfehlbildungen, wie Angle - Klasse II (HELLMANN). Deshalb benutzten andere Untersucher die Mineralisation der Zahnkronen und der Zahnwurzel, um diese Einflüsse auszuschließen. Wie schon erwähnt, mangelt es hierbei, wie auch bei der Definition des Zahndurchbruchs, an einheitlichen Untersuchungskriterien. Da die Zahl der Mineralisationsstadien zwischen 3 und 14 (GARN, MOORREES) schwankt, ist ein Vergleich der einzelnen Ergebnisse kaum oder nur sehr schwer möglich. Die Methode der Auswertung von Röntgenaufnahmen ermöglicht die Beurteilung aller Zähne, ob bereits durchgebrochen oder nicht (LAUTERSTEIN, GARN, SCHOPF, MOORREES). HOTZ gab 1976 zwölf Mineralisationsstadien an, nach denen er aber nur die unteren Prämolaren zur Zahnalterbestimmung heranzog.

Außer dem Zahnalter ist für den Kieferorthopäden das Skelettalter von Interesse, da bei der kieferorthopädischen Befunderhebung die Abschätzung des vorhandenen Wachstumspotentials nicht fehlen darf. Sowohl für den Behandlungsbeginn, die Behandlungsdauer, die Reihenfolge der Behandlungsmittel als auch für die Dauer der Retentionszeit ist es unerläßlich, möglichst genaue Informationen über die körperliche Entwicklung eines Patienten zu erhalten, wie sie sich aus der Bestimmung

des skelettalen Reifegrades ermitteln läßt.

Das Gesichtsschädelwachstum folgt ziemlich genau dem allgemeinen Körperwachstum, wobei das maximale Gesichtswachstum mit dem maximalen Skelettwachstum zeitlich zusammenfällt (HUNTER, PILESKI, LIEBGOTT). Das Skelettwachstum läßt sich sehr einfach durch die Verknöcherung der Epiphysenfugen der Hand, und zwar nach internationaler Übereinkunft der linken Hand, beurteilen, da eine enge Korrelation zwischen der gesamten Skelettentwicklung und der Entwicklung der Hand besteht (GARN und LEWIS, BJÖRK). Zur Feststellung des Skelettalters hat sich der Handskelettatlas von GREULICH und PYLE bewährt, der sogenannte "Standards" enthält und durch einen Vergleich der Handröntgenaufnahmen eines Patienten mit den Standardaufnahmen eine Bestimmung des Skelettalters ermöglicht. Die Standardröntgenaufnahmen waren das Ergebnis einer Longitudinalstudie an jeweils 100 ausgewählten gesunden Jungen und Mädchen aus der wohlhabenden Bevölkerungsschicht von Cleveland, Ohio. HAAVIKKO hat 1974 festgestellt, daß bei gesunden Kindern bereits die Beurteilung von sechs ausgesuchten Ossifikationszentren zur Skelettalterbestimmung ausreichend ist.

Eine Vereinfachung der Beurteilung der Skelettentwicklung stellt die Untersuchung der Reifestadien der Hand

dar, wie sie BJÖRK für die Kieferorthopädie beschrieben hat. Diese Methode ist im allgemeinen für einen ersten Überblick über die jeweilige individuelle skelettale Reife im Rahmen der Kieferorthopädie ausreichend und läßt Rückschlüsse über den Eintritt oder die Beendigung des maximalen pubertären Wachstumsschubes zu. Zur exakten Bestimmung des Skelettalters jedoch ist die Methode nach GREULICH und PYLE heranzuziehen.

Untersuchungen über einzelne Parameter wie Zahnalter, Skelettalter und Lebensalter und deren Beziehungen finden sich gehäuft in der Literatur, so z. B. von LEWIS (1960), NANDA (1960), GREEN (1961), LAUTERSTEIN (1961), GRØN (1962), GARN (1965), LEE (1965), BJÖRK (1967), FRITSCH (1975), MARSHALL (1976), LIEBGOTT (1978) und OZEROVIC (1980). Dabei sind die Untersuchungsmethoden und die Auswahl der Probanden unterschiedlich, was sich selbstverständlich in den unterschiedlichen Ergebnissen niederschlägt.

Allgemein wurde dazu festgestellt, daß sowohl das Zahnalter als auch das Skelettalter durch hormonelle und cerebrale Störungen beeinflußt werden können, wobei aber der Einfluß auf die Skelettentwicklung größer zu sein scheint als auf die Zahnentwicklung. GARN stellte z. B. eine verzögerte skelettale Entwicklung von 60 %

gegenüber einer verzögerten dentalen Entwicklung von nur 10 % bei Patienten mit Athyreose fest.

Bei vielen Untersuchungen ergab sich, daß der Zahndurchbruch enger mit dem Lebensalter korreliert als das Skelettalter mit dem Lebensalter. Widersprüchliche Aussagen findet man jedoch über die Beziehung zwischen Skelettalter und Zahnalter. Keinen Zusammenhang bzw. geringe Korrelation fanden sich beispielsweise in den Artikeln von BAMBHA, NANDA und LAUTERSTEIN. Eine mäßige Korrelation ergab die Untersuchung von GREEN. LEE und Mitarbeiter fanden von der Zahnart abhängige Korrelationen. Bei dieser Untersuchung von 5560 6-14 Jahre alten südchinesischen Jungen und Mädchen fanden sie mit Ausnahme der sechs Jahre alten Mädchen und der vierzehn Jahre alten Jungen und Mädchen in den meisten Altersgruppen signifikante Beziehungen. Betrachtet man einzelne Zahnarten bei den Jungen, so zeigte der Durchbruch der ersten und zweiten Prämolaren weniger enge Beziehungen zum Knochenalter, während alle anderen Zähne gute Beziehungen aufwiesen. Ähnliche Beziehungen wurden bei den Mädchen festgestellt, wobei jedoch die früh durchbrechenden Zähne, der untere mittlere Schneidezahn und oberer und unterer Sechsjahrmolar ohne signifikante Beziehungen zur Skelettreife eine Ausnahme bilden.

Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, bei einer größeren Gruppe kieferorthopädischer Patienten die Art der Zusammenhänge zwischen Zahn-, Skelett- und Lebensalter zu untersuchen und damit auf die Aussagekraft des biologischen Alters zu schließen. Die Ergebnisse sollen als Vergleichsmaterial für weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet dienen.

III. Material und Methode

Es wurden insgesamt 683 Patienten, 311 Jungen und 372 Mädchen, der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Erlangen - Nürnberg untersucht. Eine Unterteilung in verschiedene Anomalien wurde nicht vorgenommen. Patienten mit Lippen - Kiefer - Gaumenspalten, die in einer separaten Untersuchung erfaßt wurden und Patienten mit multiplen Nichtanlagen, bei denen die Bestimmung des Zahnalters problematisch ist, wurden nicht berücksichtigt. Das Lebensalter der 683 Jungen und Mädchen lag zwischen 8,0 und 13,0 Jahren.

Die Altersverteilung ist ersichtlich aus Abb. 1 und 2.

Zur Bestimmung des Zahnalters lagen von jedem Patienten eine Röntgenübersichtsaufnahme (Orthopantomogramm) und ein Kiefermodell des Ober- und Unterkiefers vor.

Das Skelettalter wurde aus einer Handröntgenaufnahme der linken Hand bestimmt.

Die Panorama - Schichtaufnahme wurde mit einem Orthopantomographen bei einer Spannung von 70 kV und einer

Stromstärke von 15 mA hergestellt. Als Film diente ein Kassettenfilm der Marke Agfa im Format 12 x 30 cm.

Die Handröntgenaufnahmen wurden mit einem 6 - Ventil - Röntgengerät Tridoros 4, bei einer Spannung von 45-50 kV, einer Stromstärke von 150 mA, kleinem Focus und einer Belichtungszeit von 0,08 bis 0,1 Sekunden hergestellt. Der Aufnahmeabstand betrug einen Meter. Als Film diente

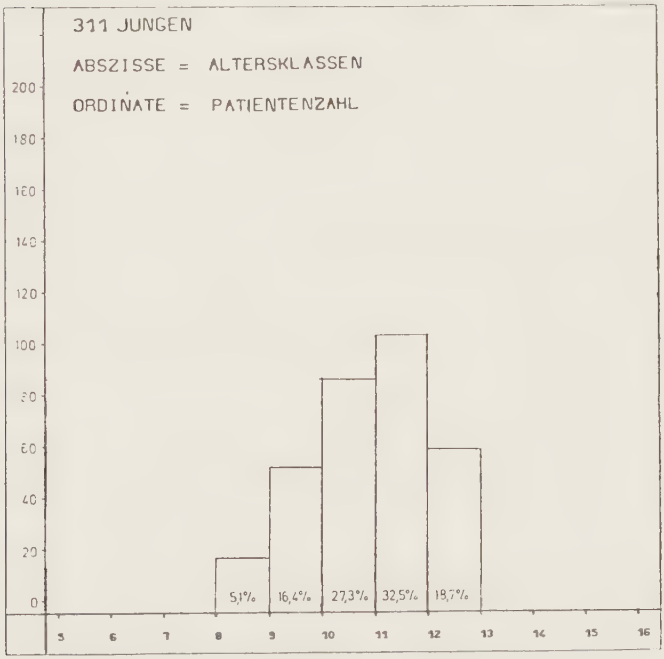


Abb. 1: Verteilung des chronologischen Alters der untersuchten 311 Jungen

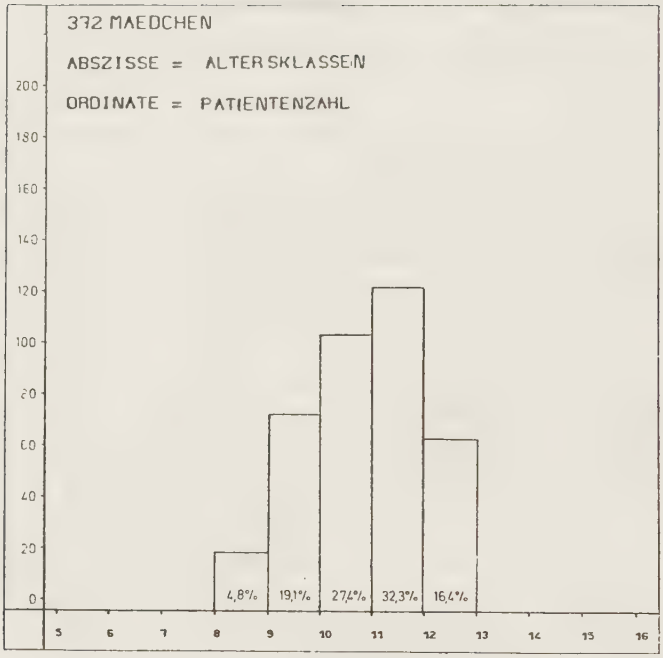


Abb. 2: Verteilung des chronologischen Alters der untersuchten 372 Mädchen.

ein Agfa - Röntgenfilm der Größe 18 x 24 cm bzw. 24 x 30 cm.

Die Bestimmung des Zahnalters erfolgte anhand der Auswertung der Kiefermodelle und des Orthopantomogramms. Dabei wurden zunächst die einzelnen durchgebrochenen Zähne registriert. Als durchgebrochen galt ein Zahn, der

die Mundschleimhaut durchbohrt hatte, und dessen Krone mindestens mit einem Durchmesser von 1 mm sichtbar war. Bereits extrahierte Zähne wurden dabei als durchgebrochen gewertet. Für jeden durchgebrochenen Zahn wurde in der Zahnalter - Tabelle von KNOTT und MEREDITH das mittlere Durchbruchsalter abgelesen und jeweils mit der Gesamtsituation dieses Gebisses verglichen. Zur Kontrolle des vorläufigen Ergebnisses wurde die Röntgenpanorama - Aufnahme herangezogen. War z. B. bei einem Mädchen ein oberer 4er verfrüht durchgebrochen, wurde nach einem Vergleich mit dem Durchbruchsstand dieses Zahnes der Gegenseite und mit den unteren Prämolaren für das Zahnalter ein Wert kleiner als 10,3 Jahre angenommen. Es wurde also versucht, das lokale Durchbruchsgeschehen im Vergleich zur Gesamtsituation nicht überzubewerten. Um den Fehler gering zu halten, wurden alle Untersuchungen von einer Person durchgeführt.

Tabelle 1 zeigt die Durchbruchszeiten der bleibenden Zähne (nach KNOTT und MEREDITH).

Zur besseren Übersichtlichkeit der Durchbruchsreihenfolge und der Variation beim Durchbruch der bleibenden Zähne (außer den 3. Molaren) möge die Abb. 3 dienen, die in Anlehnung an eine Abbildung für den Durchbruch von Milchzähnen von J. TARANGER et al. dargestellt ist.

Mädchen

					Oberkiefer									links
rechts														
7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	
11,9 (0,93)	6,2 (0,61)	11,1 (1,21)	10,3 (1,23)	10,8 (1,35)	7,9 (0,74)	6,9 (0,81)	6,9 (0,81)	7,9 (0,74)	11,0 (1,35)	10,3 (1,23)	11,2 (1,21)	6,2 (0,61)	11,9 (0,93)	
11,2 (0,96)	6,0 (0,63)	11,0 (1,18)	10,1 (1,04)	9,8 (1,10)	7,1 (0,76)	6,0 (0,60)	6,0 (0,60)	7,1 (0,76)	9,8 (1,10)	10,1 (1,04)	10,8 (1,18)	6,0 (0,63)	11,2 (0,96)	
7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	
rechts					Unterkiefer									links

Jungen

					Oberkiefer									links
rechts														
7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	
11,9 (0,74)	6,1 (0,51)	11,4 (0,99)	10,5 (0,97)	11,2 (1,00)	8,0 (0,77)	7,0 (0,54)	7,0 (0,54)	8,1 (0,77)	11,2 (1,00)	10,5 (0,97)	11,4 (0,99)	6,2 (0,51)	11,9 (0,74)	
11,6 (0,87)	6,1 (0,46)	11,3 (0,93)	10,6 (0,87)	10,5 (0,92)	7,2 (0,66)	6,0 (0,65)	6,0 (0,65)	7,2 (0,66)	10,5 (0,92)	10,6 (0,87)	11,4 (0,93)	6,1 (0,46)	11,5 (0,87)	
7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	
rechts					Unterkiefer									links

Nach V.B. KNOTT and H.V. MEREDITH: Angle Orth. 32 (1962)

Tab. 1: Zahnschema mit mittlerem Alter und dessen Standardabweichungen (in Klammern) bei der Eruption der bleibenden Zähne - außer den 3. Molaren

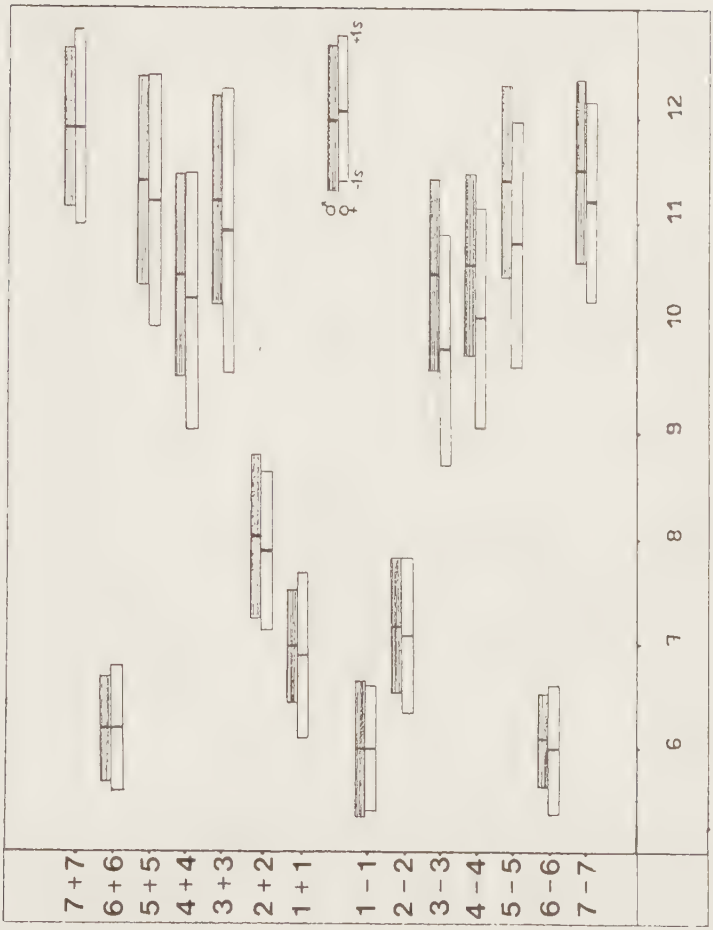


Abb. 3: Graphische Darstellung der in Tab. 1 angegebenen mittleren Durchbruchszeiten und -reihenfolgen mit Standardabweichung beim Erscheinen der bleibenden Zahnpaare. (Umzeichnung nach einer Abbildung für Milchzahnpaare)

Die Verteilung des Zahnalters der untersuchten Patienten auf die verschiedenen Altersklassen ist aus den Säulendiagrammen in den Abbildungen 4 und 5 ersichtlich.

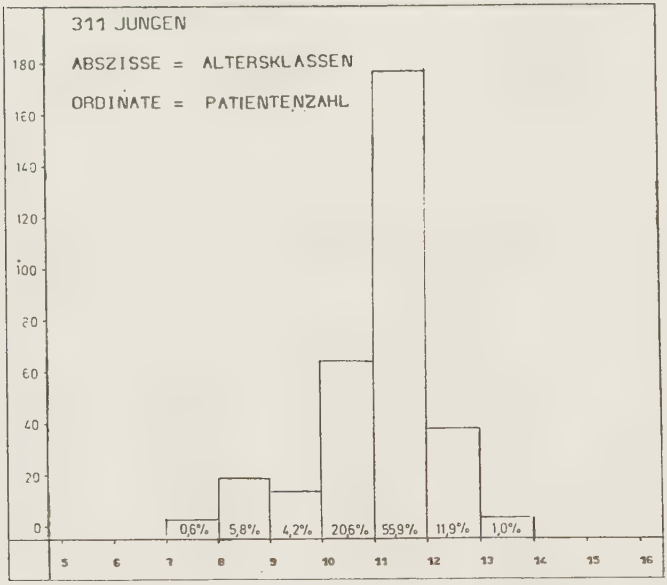


Abb. 4: Verteilung des Zahnalters der 311 untersuchten Jungen

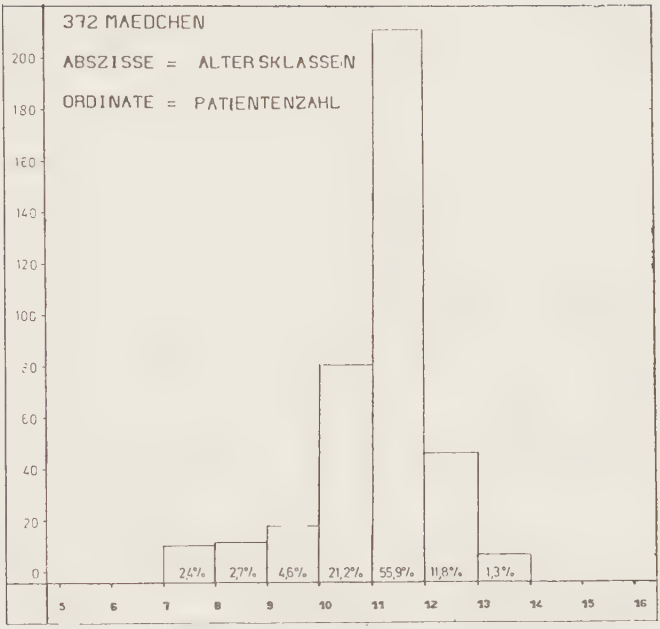


Abb. 5: Verteilung des Zahnalters der 372 untersuchten Mädchen

Die Bestimmung des Skelettalters erfolgte nach der gebräuchlichen Methode von GREULICH und PYLE. Die Röntgenaufnahmen der Hand eines jeden Patienten wurden mit den Standardaufnahmen des Atlas verglichen. Der Atlas enthält 31 Standardaufnahmen für Jungen und 29 Standardaufnahmen für Mädchen. Die vorliegenden Röntgenaufnahmen wurden zuerst mit den Abbildungen der altersentspre-

chenden verglichen, bei Abweichungen wurde sodann die Abbildung mit der größten Übereinstimmung gesucht.

In dem Altersbereich der untersuchten Patienten, nämlich zwischen 8 und 13 Jahren, beträgt der zeitliche Abstand zweier benachbarter Standards in dem Atlas von GREULICH und PYLE zwischen 6 und 14 Monaten. Deshalb wurde versucht, das Skelettalter durch lineare Interpolation zwischen den nächstliegenden Röntgenstandards feiner zu differenzieren. Hierfür diente die jedem Röntgenstandard beigefügte Tabelle mit den Altersangaben der zu diesem Standard gehörenden einzelnen Handknochen.

Eine Abschätzung, wieviel Prozent der Altersunterschied zwischen einem vorliegenden Handreifezustand und dem nächstliegenden Röntgenstandard in Bezug auf den zeitlichen Abstand zweier benachbarter Röntgenstandards beträgt, ließ bei Verwendung der Zahlenwerte aus der oben genannten Tabelle eine auf 3 Monate genaue Altersbestimmung des untersuchten Handskeletts zu.

Die Verteilung des Skelettalters der untersuchten Patienten auf die Altersklassen ist aus den Säulendiagrammen in Abb. 6 und 7 ersichtlich.

Die so erhaltenen Werte für Zahnalter und Skelettalter

wurden sodann mit dem chronologischen Alter, sowie untereinander in Beziehung gesetzt. Für beide Geschlechter getrennt wurden Korrelationsdiagramme für

Zahnalter (ZA) in Abhängigkeit vom Lebensalter (AL),

Skelettalter (SK) in Abhängigkeit vom Lebensalter (AL), sowie

Zahnalter (ZA) in Abhängigkeit vom Skelettalter (SK)

erstellt, sowie Korrelationskoeffizienten und Regressionsgeraden berechnet.

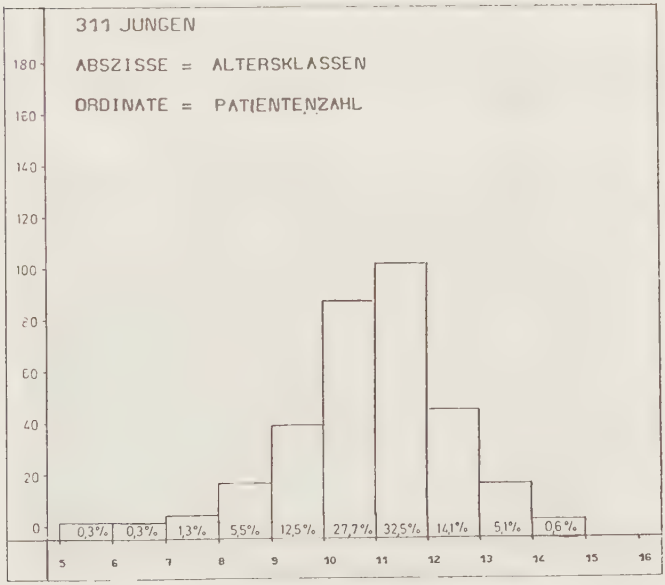


Abb. 6: Verteilung des Skelettalters der 311 untersuchten Jungen

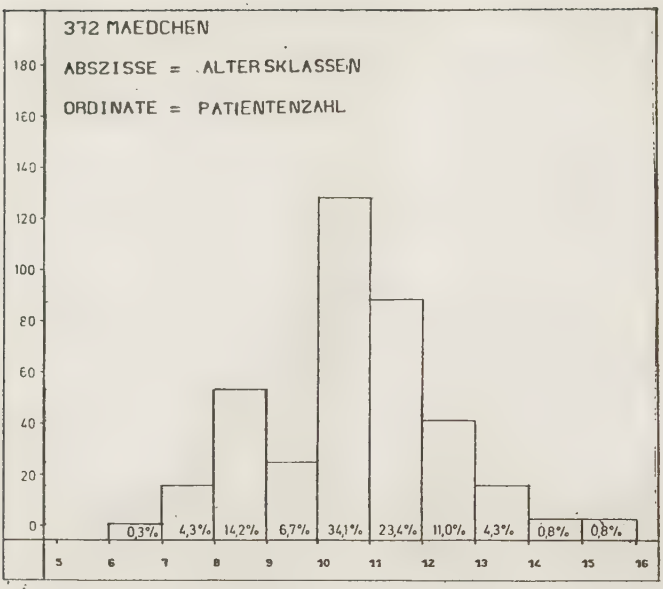


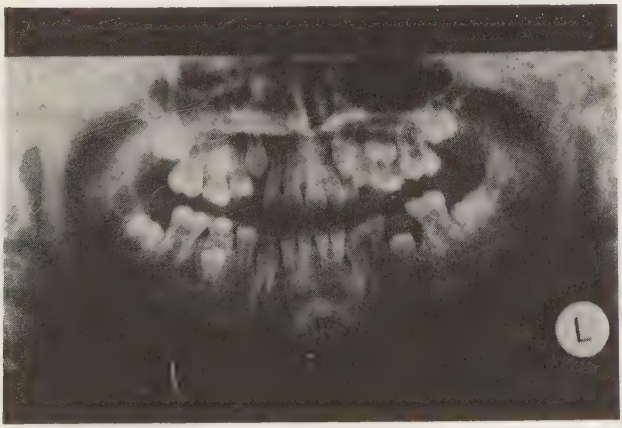
Abb. 7: Verteilung des Skelettalters der 372 untersuchten Mädchen

Das Ziel dieser Untersuchung ist nicht, zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen je zwei der drei Altersangaben überhaupt besteht. Dies ist durch die Auswahl der Patienten - Alter 8 bis 13 Jahre, d. h. in der Wachstumsphase - bedingt. (N. B.: Alle berechneten Korrelationskoeffizienten sind auf dem 1% - Signifikanzniveau signifikant, d. h. die Annahme, es bestehe kein Zusammenhang zwischen je zwei Altersangaben, wird verworfen.) Wichtiger erscheint die Beurteilung der Punktwolken und

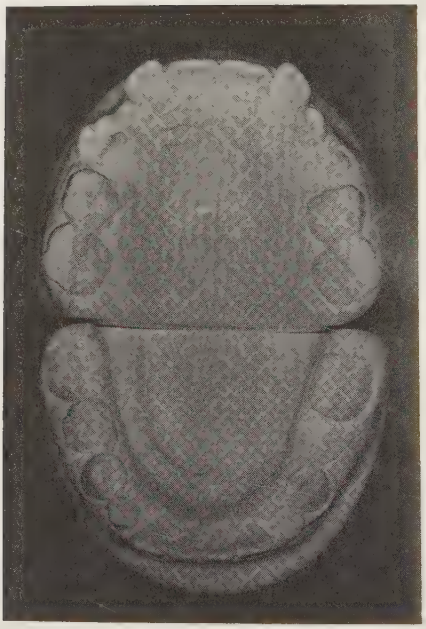
der Regressionsgeraden in Relation zur Winkelhalbierenden (Linie, deren Punkte Gleichheit beider Altersangaben bedeuten).

Für diese Berechnungen wurde der Rechner TR 440 des Regionalen Rechenzentrums Erlangen benutzt, wobei mir Herr Dr. H. Prestele jederzeit wertvolle Hilfe leistete, für die ich mich an dieser Stelle herzlichst bedanken möchte.

Als Beispiel für die Bestimmung des Zahnalters und des Skelettalters sind Handröntgenaufnahme, Panoramaaufnahme und Kiefermodell eines Patienten dargestellt.



Panoramaröntgenaufnahme des 9,4 Jahre alten Patienten



Kiefermodelle des 9,4 Jahre alten Patienten

Ein Vergleich der durchgebrochenen Zähne mit der Tab. 1 (von KNOTT und MEREDITH) ergibt ein Zahnalter von 10,6 Jahren.

Der Vergleich der Handröntgenaufnahme mit den Standards aus dem Atlas von GREULICH und PYLE ergibt ein Skelettalter von 9,75 Jahren, da der Entwicklungsstand des Handskeletts des Patienten fast genau mit dem Standard für

10 jährige Jungen übereinstimmt.

Röntgenaufnahme der linken Hand eines 9,4 Jahre alten Jungen

Für den Patienten ergeben sich somit folgende Daten:

Lebensalter (AL):	9,4 Jahre
Skelettalter (SK):	9,75 "
Zahnalter (ZA):	10,6 "

IV. Ergebnisse

Den Zusammenhang zwischen dem Lebensalter oder chronologischem Alter (AL) und dem Zahnalter (ZA) zeigt die Abb. 8 für Jungen und die Abb. 9 für Mädchen.

Nach der allgemeinen Geradengleichung $y = t + m \cdot x$
(t: Achsenabschnitt auf der Ordinate, m: Steigung)
lautet die Regressionsgerade zur Abb. 8
ZA = 4,40 + 0,61 AL (Einheit: Jahre) mit einem Korrelationskoeffizienten
r = 0,65
Zu Abb. 9 lautet die Geradengleichung für Mädchen
ZA = 4,66 + 0,59 AL
r = 0,66
Bei den folgenden Abbildungen 8 bis 13 ist jeweils die Winkelhalbierende (z. B. in Abb. 8: ZA = AL) und die Regressionsgerade eingezeichnet. Punkte, die auf der Winkelhalbierenden liegen, stehen für Fälle, bei denen die in Korrelation gesetzten Alter exakt übereinstimmen (z. B. Zahnalter = Lebensalter = 9,0 in Abb. 8). Das sind relativ wenige.

Die Mehrzahl der Punkte in Abb. 8 und 9 ist in einer Punktwolke um die Winkelhalbierende angeordnet. Insge-

samt zeigt die Verteilung der Punkte, daß Abweichungen bis zu 3,2 Jahren vorhanden waren. Punkte unterhalb der Winkelhalbierenden im Falle der Abb. 8 und 9 deuten auf einen verzögerten, Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden auf einen beschleunigten Zahndurchbruch hin.

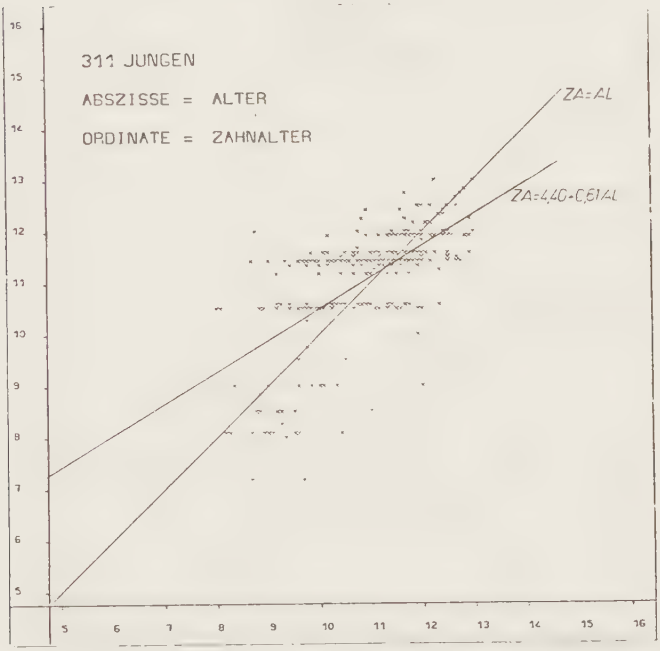


Abb. 8: Korrelation zwischen Lebensalter und Zahnalter der 311 untersuchten Jungen

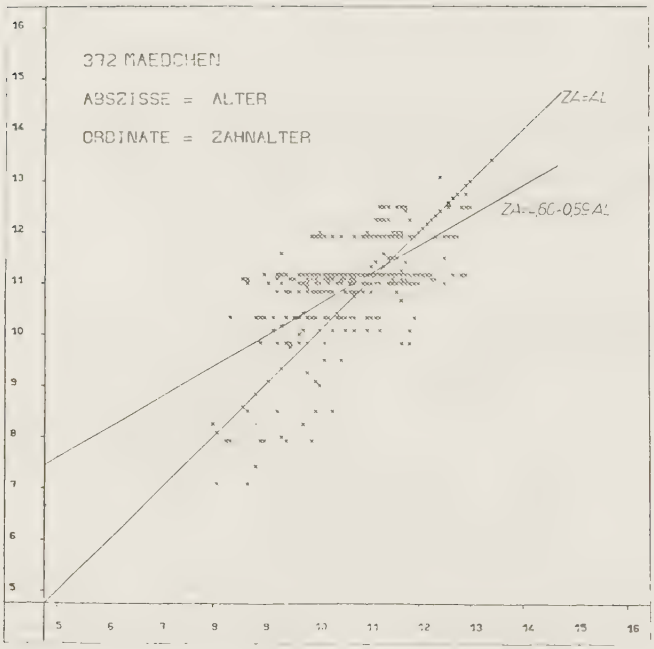


Abb. 9: Korrelation zwischen Lebensalter und Zahnalter der 372 untersuchten Mädchen

Die Abbildungen 10 und 11 geben die Korrelationsdiagramme zwischen Lebensalter und Skelettalter wieder. Punkte unterhalb der Geraden SK = AL zeigen verzögerte, Punkte oberhalb beschleunigte skelettale Reife. Beim Vergleich der Abb. 10 mit der Abb. 11 scheint die Punktwolke in Abb. 11 dichter um die Winkelhalbierende gruppiert zu sein als in Abb. 10. Freilich sind die Korre-

lationskoeffizienten (r = 0,78 für Mädchen und r = 0,67 für Jungen) wegen unterschiedlicher Fallzahlen nicht direkt vergleichbar. Bei den untersuchten Patienten wich das Skelettalter vom Lebensalter um maximal 4,25 Jahre ab.

Die Regressionsgeraden von Skelettalter (SK) in Abhängigkeit vom Lebensalter (AL) und die Korrelations-

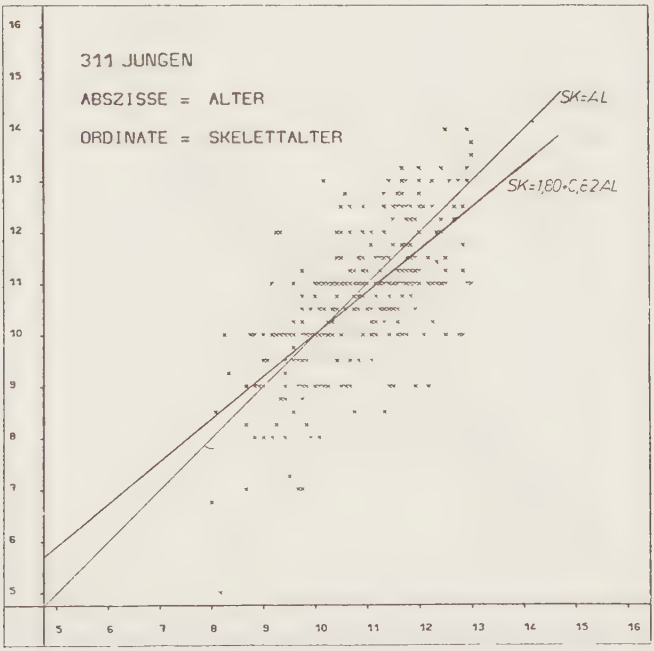


Abb. 10: Korrelation zwischen Lebensalter und Skelettalter der 311 untersuchten Jungen

koeffizienten lauten für Jungen:

SK = 1,80 + 0,82 AL

r = 0,67

und für Mädchen:

SK = - 0,40 + 1,01 AL

r = 0,78

Man sieht hier nur geringfügige Abweichungen der Regressionsgeraden von den Winkelhalbierenden.

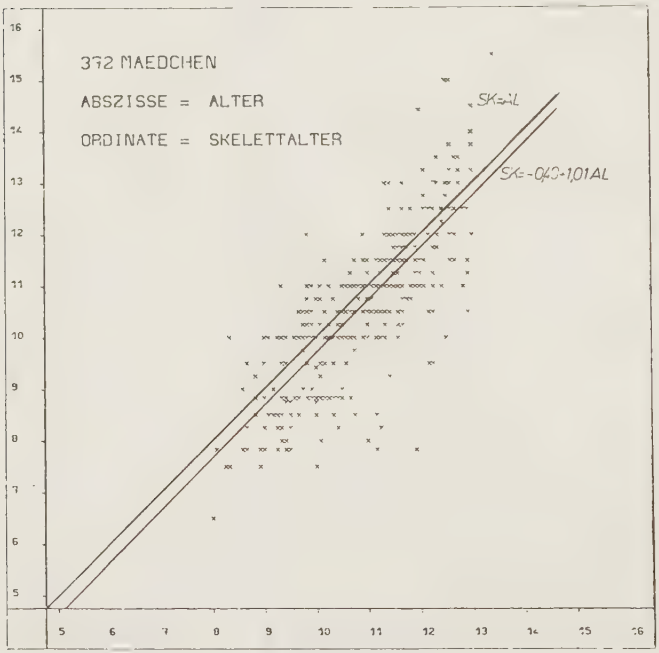


Abb. 11: Korrelation zwischen Lebensalter und Skelettalter der 372 untersuchten Mädchen

Die Regressionsgeraden, die sich aus der Korrelation von Zahnalter (ZA) und Skelettalter (SK) ergeben, lauten für Jungen

ZA = 6,82 + 0,40 SK

r = 0,51

und für Mädchen

ZA = 6,90 + 0,39 SK

r = 0,57

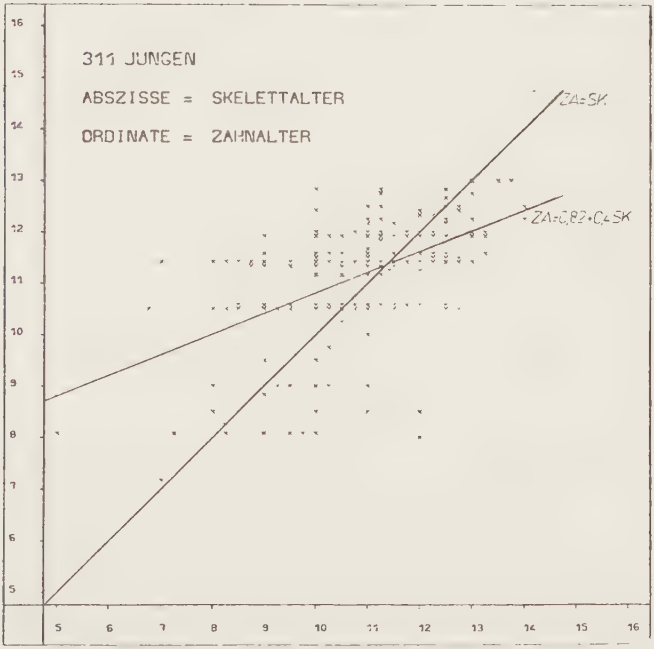


Abb. 12: Korrelation zwischen Skelettalter und Zahnalter der 311 untersuchten Jungen

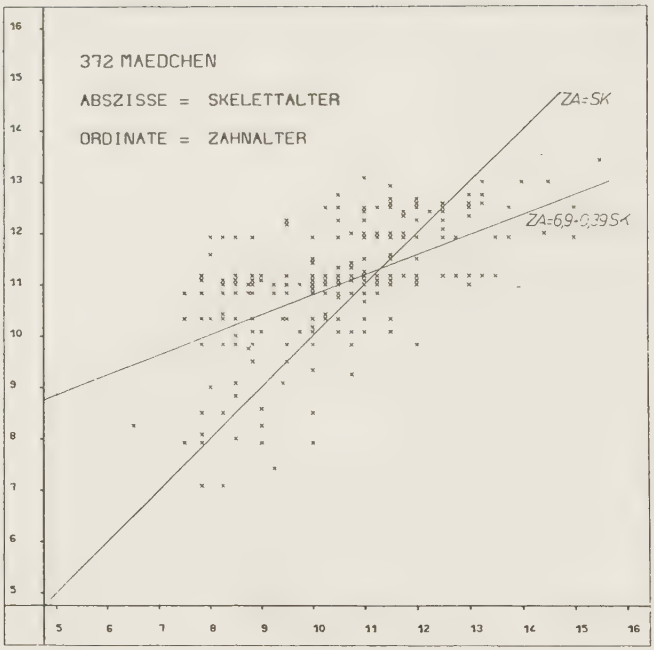


Abb. 13: Korrelation zwischen Skelettalter und Zahnalter der 372 untersuchten Mädchen

Diese Geraden sind in den Abbildungen 12 und 13 wiedergegeben. Punkte auf der Winkelhalbierenden bedeuten hier exakte Übereinstimmung von Zahnalter und Skelettalter. Punkte unterhalb der Geraden ZA = SK zeigen ein gegenüber dem Zahnalter beschleunigtes Skelettwachstum, Punkte oberhalb der Geraden ein gegenüber dem Zahnalter verzögertes Skelettalter.

Zur Klärung, wie genau Zahn- und Skelettalter übereinstimmen, wurden im Abstand + 1 Jahr und - 1 Jahr zur Winkelhalbierenden in Abb. 12 und 13 parallele Geraden eingezeichnet, mit den Gleichungen

$$y_o = 1 + x$$

$$Y_u = -1 + x$$

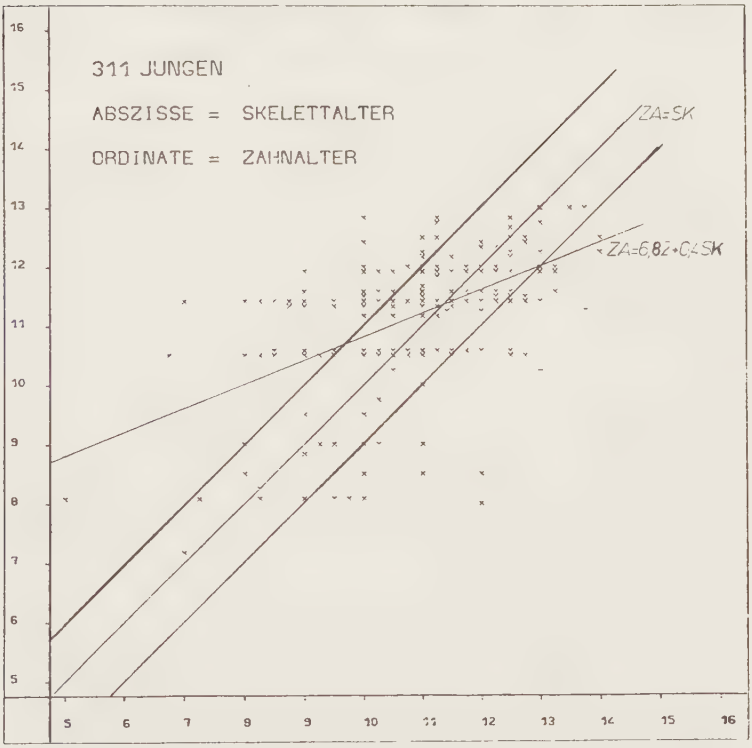


Abb. 14: Korrelation zwischen Skelettalter und Zahnalter der 311 untersuchten Jungen

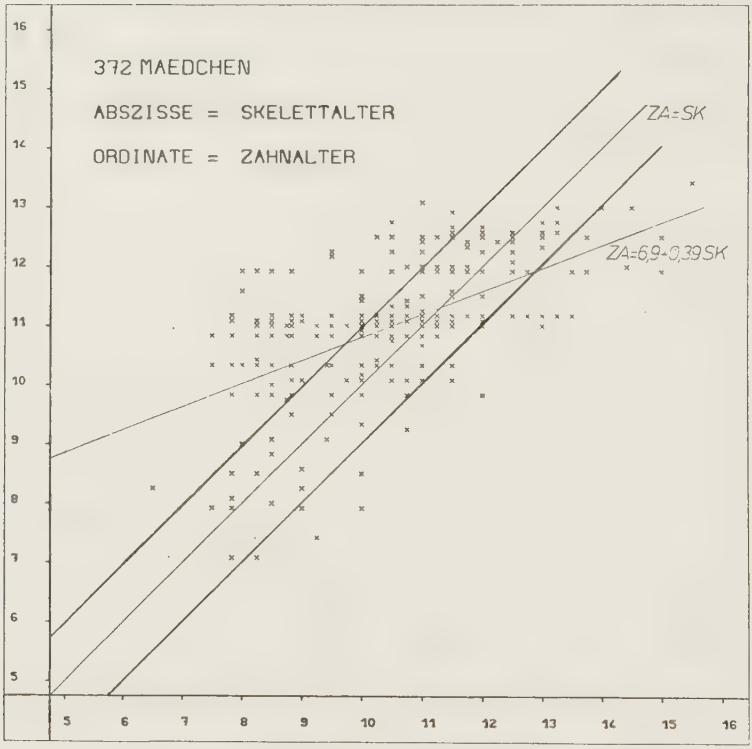


Abb. 15: Korrelation zwischen Skelettalter und Zahnalter der 372 untersuchten Mädchen

Die Punkte, die in den beiden Abbildungen 14 und 15 zwischen den beiden parallelen Geraden liegen, stellen ein " Band " dar, dessen Mitte die Winkelhalbierende ZA=SK ist. Punkte auf der Winkelhalbierenden bedeuten exakte Übereinstimmung von Zahnalter und Skelettalter. Punkte,

die ober-, bzw. unterhalb der Geraden ZA = SK, aber noch innerhalb des " Bandes ", also sowohl oberhalb der Geraden $y_u = -1 + x$, als auch unterhalb der Geraden $y_o = 1 + x$ liegen, stehen für Patienten, bei denen Skelettalter und Zahnalter um höchstens 1 Jahr differieren. In diesen Fällen läßt sich sagen, daß skelettale Reife und Zahndurchbruch innerhalb der physiologischen Variationsbreite übereinstimmen.

Punkte, die unterhalb dieses durch die Parallelen begrenzten Streifens liegen, bedeuten, daß bei diesen Patienten die Differenz D zwischen Skelettalter und Zahnalter mehr als ein Jahr beträgt, also $D > +1$. Das skelettale Wachstum ist also dem Zahndurchbruch um mehr als ein Jahr voraus.

Punkte innerhalb des Streifens einschließlich seiner Grenzen, der parallelen Geraden, bedeuten, daß die Differenz D zwischen Skelettalter und Zahnalter höchstens 1 Jahr beträgt, also $-1 \leq D \leq +1$. Hier ist das skelettale Wachstum dem Zahndurchbruch um höchstens 1 Jahr voraus, gleich oder höchstens 1 Jahr gegenüber dem Zahndurchbruch zurück. Analog stehen Punkte oberhalb der " Bänder " für Patienten, bei denen das Skelettalter um mehr als ein Jahr gegenüber dem Zahnalter verzögert ist, also $D < -1$.

Die Zugehörigkeit zu den drei Gruppen

A: Zahnalter und Skelettalter stimmen überein, wobei gilt: $-1 \leq D \leq +1$

B: Skelettalter ist um mehr als 1 Jahr gegenüber dem Zahnalter verzögert: $D < -1$

C: Skelettalter ist dem Zahnalter um mehr als ein Jahr voraus: $D > +1$

ist nach Geschlechtern getrennt aus Tabelle 2 ersichtlich.

	B: $D < -1$		A: $-1 \leq D \leq +1$		C: $D > +1$	
Jungen	86	27,7%	184	59,2%	41	13,2%
Mädchen	118	31,7%	222	59,7%	32	8,6%

Tab. 2: Verteilung der untersuchten 311 Jungen und 372 Mädchen auf die 3 Gruppen mit gegenüber dem Zahnalter verzögertem (Gruppe B), gleichwertigem (Gruppe A) oder beschleunigtem (Gruppe C) Skelettalter

V. Diskussion

Für die vorliegende Arbeit standen Befunde (Röntgenpanoramaaufnahmen der Kiefer, Kiefermodelle und Handröntgenaufnahmen) von insgesamt 683 Patienten aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Erlangen - Nürnberg zur Verfügung.

Da bei dieser Untersuchung auf vorhandene Röntgenaufnahmen zurückgegriffen werden mußte und diese Aufnahmen nur unter strenger Indikationsstellung erstellt wurden, um nicht gegen die Röntgenverordnung zu verstoßen, war nur eine Querschnittsuntersuchung möglich. Auf die über längere Zeiträume sich erstreckende und mit größerer Aussagekraft verbundene Longitudinalstudie mußte aus oben genannten Gründen verzichtet werden.

Beim Vergleich der hier vorliegenden Ergebnisse mit denen aus Untersuchungen anderer Autoren müssen diese Punkte und wohl auch die Tatsache, daß es sich um kieferorthopädische Patienten handelt, berücksichtigt werden. Kieferfehlbildungen können den Zahndurchbruch beeinflussen und sich so auch auf die Relation Zahnalter - Skelettalter auswirken. So fand HELLMANN z. B. Unterschiede beim Zahndurchbruch zwischen Patienten mit

Angle Klasse II, 1 und Angle Klasse II, 2, und zwar beschleunigten Zahndurchbruch bei Mädchen mit Klasse II,1 und verzögerten Zahndurchbruch bei beiden Geschlechtern mit Klasse II, 2 Malokklusion. Auch LYSELL bestätigte den Einfluß von Anomalien, Traumata, Mißbildungen, Allgemeinerkrankungen und frühzeitigen Milchzahnverlust auf den Zahndurchbruch.

Diese Einflüsse von Kieferfehlbildungen auf den Zahndurchbruch und damit auf das Zahnalter lassen sich etwas verringern, wenn man die Zahnalterbestimmung röntgenologisch, also durch die Untersuchung der einzelnen Verkalkungsstadien der Zähne vornimmt (MOORREES). Durch diese sehr aufwendige Methode würde allerdings der Sinn unserer Untersuchung in Frage gestellt. Es sollte unter praxisnahen Bedingungen geprüft werden, inwieweit Zahn- und Skelettalter miteinander korrelieren.

Beim Vergleich der eigenen Untersuchungsergebnisse mit denen anderer Autoren treten Schwierigkeiten auf. Diese sind vor allem in den unterschiedlichen Untersuchungsmethoden begründet. NANDA verglich 1960 in einer Longitudinalstudie das Zahnalter sowohl mit dem maximalen Pubertätswachstum als auch mit dem Eintritt der Menarche bei Mädchen und fand nur eine geringe Korrela-

tion zwischen diesen Größen. Der Autor zog daraus den Schluß, daß wegen der engen Korrelation zwischen Gesichtswachstum und Körpergröße das Gesichtswachstum und das Zahnalter eine ebenso geringe Korrelation aufweisen müßten. LAUTERSTEIN gab 1965 eine Korrelation von r = 0,44 zwischen dem Wurzelwachstum des rechten unteren 6ers und dem Skelettalter an, sowie eine hohe Korrelation zwischen dem Wurzelwachstum und der Zahl der durchgebrochenen, bleibenden Zähne. Da er Kinder der Altersgruppe 5,1 bis 6,1 Jahre untersuchte und von anderen Voraussetzungen ausging, sind diese Werte mit unseren Ergebnissen praktisch nicht vergleichbar. Da LEE und Mitarbeiter bei ihrer großen Untersuchung von 5560 südchinesischen Jungen und Mädchen von anderen Kriterien für das Zahnalter ausgingen und nur das Skelettalter wie wir nach der Methode von GREULICH und PYLE bestimmten, können die Ergebnisse dieser Untersuchung zu einem Vergleich ebenfalls nicht dienen. Bei BJÖRK (1976) findet sich lediglich der Hinweis, daß die Zähne 3, 4, 5 und 7 die Okklusionsebene mehrere Jahre vor oder nach dem pubertären maximalen Wachstum erreichen können. Auch die umfangreiche Untersuchung von FILIPSSON, die bei gesunden Mädchen eine hohe Korrelation von Zahnentwicklung und Körpergröße ergab, ging von anderen Voraussetzungen und Zielsetzungen aus. LIEBGOTT konnte 1978 keine signifikante Korrelation

zwischen Zahnalter und pubertärem Unterkiefer - Wachstum feststellen.

Als einzige Arbeit, die im Ansatz und im Patientengut mit unserer Untersuchung übereinstimmt, konnten wir die Untersuchung von GREEN ermitteln. Er ging ebenfalls von kieferorthopädischen Patienten (56 Jungen) aus und bestimmte das Skelettalter nach GREULICH und PYLE. Die Zahnalterbestimmung jedoch hat er nach Nolla vorgenommen, einer Methode, die uns nicht zugängig ist. Er fand als Korrelationskoeffizient für die Beziehung zwischen Skelettalter und Zahnalter einen Wert von r = 0,46 und als Korrelationskoeffizienten zwischen Zahnalter und Lebensalter r = 0,68, Werte, die mit unseren für Jungen von r = 0,51 bzw. 0,65 relativ gut übereinstimmen.

Die vorstehenden Abbildungen und statistischen Analyseergebnisse zeigen, daß jeweils zwei Altersangaben untereinander korrelieren. Eine Regressionsgerade wird im allgemeinen dazu verwendet, um von der einen Variablen (Abszisse) auf die andere (Ordinate) zu schließen. Aus den Abbildungen 8 bis 13 ersieht man aber, daß die Abhängigkeit nicht so straff ist, daß man durch Kenntnis einer Altersangabe auf die andere verläßlich schließen kann, denn die Streuung der Punkte um die Regressionsgerade ist für die klinischen Aspekte zu groß.

z. B. würde man bei einem Mädchen wegen der Lage der Regressionsgeraden in Abbildung 11 erwarten, daß das Skelettalter mit dem Lebensalter in etwa übereinstimmt. Diese Schätzung des Skelettalters aus dem Lebensalter kann zu vollkommen falscher Einschätzung der Skelettreife führen: in unserem Fall ergab sich eine maximale Differenz von 4,25 Jahren zwischen Skelettalter und Lebensalter. Ähnlich verhält es sich bei den anderen Korrelationsdiagrammen.

VI. Zusammenfassung

In einer Querschnittsuntersuchung von 683 Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Erlangen - Nürnberg wurde mit Hilfe von Kiefermodellen bzw. Panoramaröntgenaufnahmen und Handskelettaufnahmen eine Bestimmung von Zahnalter und Skelettalter vorgenommen. Diese Werte wurden bezüglich der Korrelation untereinander und mit dem chronologischen Alter der Patienten untersucht. Dabei ergab sich, daß nur bei 59,2% der Knaben und bei 59,7% der Mädchen die Differenz zwischen dem skeletttalen und dem dentalen Entwicklungsstand nicht mehr als 1 Jahr beträgt. Das bedeutet für die Praxis, daß in mehr als 40 % der Behandlungsfälle ein Rückschluß vom Stand der Zahnentwicklung auf die Wachstumssituation zu einer Fehleinschätzung führen würde. Daraus läßt sich ableiten, daß es in Behandlungsfällen, in denen man das Wachstum ausnützen möchte, nicht auf die wertvollen Informationen verzichten sollte, die die Handskelettröntgenaufnahme zu liefern im Stande ist.

VII. Literaturverzeichnis

1. ADLER, P.: korrigierte Tabellen zur Bestimmung des dentalen Alters nach den Verfahren von Matiegka

   Dtsch. Zahn-, Mund-, Kieferheilk. 27 (1957), 190

2. ADLER - HRADECKY, C.: Die Bestimmung des individuellen Zahnalters

   Zeitschrift für Kinderheilkunde 82 (1959)

3. BAMBHA, J. K., P. VAN NATTA: A longitudinal study of occlusion and tooth eruption in relation to skeletal maturation

   Amer. J. Orthodont. 45 (1959), 847

4. BERGMANN, R., BERGMANN, K., KOLLMANN, F., R. MAASER: Wachstum Atlas

   1. Aufl., Papillon, Wiesbaden 1977

5. BJÖRK, A., S. HELM: Prediction of the age of maximum puberal growth in body height

   Angle Orthodont. 37 (1967), 134

6. BORKA, O.: Correlation of dental and skeletal age in children with cerebral palsy

   Europ. J. Orthodont. 2 (1980)

7. CATTELL, P.: The eruption and growth of the permanent teeth

   J. dent. Res. 8 (1928), 279

8. DAHLBERG, G., A. B. MAUNSBACH: The eruption of the permanent teeth in the normal population of Sweden

   Acta Genetica et statistica Medica, 1 (1948), 77

9. EDLER, R. J.: Dental and skeletal ages in hypopituitary patients

J. dent. Res. 56 (10), (1978)

10. FILIPSSON, R.: The eruption curve of the permanent teeth: a method for the evaluation of somatic development in children

Med. Diss. Stockholm 1974

11. FLEISCHER - PETERS, A.: Handskelettanalyse und ihre klinische Bedeutung

Fortschr. Kieferorthop. 37 (1976), 376

12. FLEISCHER - PETERS, A., BAYKAN, C., H. PRESTELE: Untersuchungen zur Dauer der Reifestadien der Hand

Fortschr. Kieferorthop. 39 (1978), 77

13. FRITSCH, R.: Untersuchung zur Bestimmung des präpubertalen Wachstumsschubes im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung

Med. Diss. Erlangen 1974

14. FRITSCH, R.: Korrelationsuntersuchungen von maximalem Längenwachstum und Durchbruchszeiten der Zwölfjahrmolaren mittels Handskelettröntgenaufnahmen

Fortschr. Kieferorthop. 36 (1975), 173

15. FULTON, J. T., B. PRICE: Longitudinal data on eruption and attack of the permanent teeth

J. dent. Res. 33 (1954), 65

16. GARN, S. M.: Statistics: A review

Angle Orthodont. 28 (1958)

17. GARN, S. M., LEWIS, A. B., KOSKI, K., D. M. POLACHEK: The sex difference in teeth calcification

J. dent. Res. 37 (1958), 561

18. GARN, S. M., LEWIS, A. B., D. M. POLACHEK: Variability of tooth formation

J. dent. Res 98 (1959)

19. GARN, S. M., LEWIS, A. B., D. M. POLACHEK: Interrelations in dental development. I. Interrelationships with the dentition

J. dent. Res. 39 (1960)

20. GARN, S. M., LEWIS, A. B., R. M. BLIZZARD: Endocrine factors in dental development

J. dent. Res. 44 (1965), 243

21. GARN, S. M., LEWIS, A. B., R. S. KEREWSKI: Genetic, nutritional and maturational correlates of dental development

J. dent. Res. 44 (1965), 228

22. GRAVE, K. C., T. BROWN: Skeletal ossification and the adolescent growth spurt

Amer. J. Orthodont. 69 (1976), 611

23. GRAVE, K. C., T. BROWN: Carpal radiographs in orthodontic treatment

Amer. J. Orthodont. 75 (1979), 27

24. GRAY, S. W., F. P. LAMONS: Skeletal development and tooth eruption in Atlanta children

Amer. J. Orthodont. 45 (1959), 272

25. GREEN, L. J.: The interrelationship among height, weight, and chronological, dental and skeletal ages

Angle Orthodont. 31 (1961), 189

26. GREULICH, W. W., S. I. PYLE: Radiographie atlas of skeletal development of the hand and wrist

Ed. 2. Stanford University Press, Stanford, California 1959

27. GRIMM, H.: Bestimmung und Anwendung des sog. biologischen Alters

Ärztl. Jugendkunde 69 (3), (1978)

28. GRØN, A. M.: Prediction of tooth emergence

J. dent. Res. 41 (1962), 573

29. HAAVIKKO, K.: Skeletal age estimated on a few selected ossification centres of the hand wrist

Proc. Finn. Dent. Soc. 70 (1974)

30. HARMS, K.: Biomathematik, Statistik und Dokumentation

3. Aufl., Harms, Kiel 1979

31. HELLMANN, M.: The phase of development concemed with erupting permanent teeth

Amer. J. Orthodont. 29 (1943), 507

32. HOTZ, R. P.: Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen

Stuttgart: Thieme 1976

33. HUNTER, C. J.: The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence

Angle Orthodont. 36 (1966), 44

34. KARLBERG, P., TARANGER, I., ENGSTRÖM, I., KARLBERG, J., LANDSTRÖM, T., LICHTENSTEIN, H., LINDSTRÖM, B., I. SVENNBERG - REDEGREN: I. Physical growth from birth to 16 years and longitudinal outcome of the study during the same age period

Acta Paediatr. Scand. suppl. 258 (1976)

35. KNOTT, V. B., H. V. MEREDITH: siehe STURDIVANT, J. E., KNOTT, V. B., H. V. MEREDITH

36. KNOTT, V. B., H. V. MEREDITH: Statistics on eruption of the permanent dentition from serial data for North American white children

Angle Orthodont. 36 (1966), 68

37. LAUTERSTEIN, A. M.: A cross - selectional study in dental development and skeletal age

J. Amer. dent. Ass. 62 (1961), 161

38. LEE, M. M. C., CHAN, S. T., LOW, W. D., K. S. F. CHANG: The relationship between dental and skeletal maturation in chinese children

Arch Oral Biol. Vol. 10 (1965)

39. LEWIS, A. B., S. M. GARN: The relationship between tooth formation and other maturational factors

Angle Orthodont. 30 (1960), 70

40. LIEBGOTT, B.: Dental age: its relation to skeletal age and the time of peak circumpuberal growth in length of the mandible

J. Canad. dent. Assn. 5 (1978), 223

41. LYSELL, L., MAGNUSSON, B., B. THILANDER: Time and order of the primary teeth

Odontologisk revy Vol. 13/ Nr. 3 (1962)

42. LYSELL, L., MAGNUSSON, B., B. THILANDER: Relations between the times of eruption of primary and permanent teeth. A longitudinal study

Acta Odontol. Scand. 27 (1969)

43. MARSHALL, D.: Radiographic correlation of hand, wrist and tooth development

Dent. Radiogr. Photogr. 49 (3) (1976)

44. MOORREES, C. F. A., FANNING, E. A., J. R. HUNT: Age variation of formation stages for ten permanent teeth

J. dent. Res 54 (1963), 1490

45. NANDA, R. S.: Eruption of human teeth

Amer. J. Orthodont. 46 (1960), 363

46. PILESKI, R. C. A., WOODSIDE, D. G., G. A. JAMES: Relationship of the ulnar sesamoid bene and maximum mandibular growth velocity

Angle Orthodont. 43 (1973), 162

47. SCHOPF, P. M.: Wurzelmineralisation und Zahndurchbruch im Wechselgebiß

Fortschr. Kieferorthop. 31 (1970), 39

48. STONES, H. H., LAWTON, F. E., BRANSBY, E. R., H. O. HARTLEY: Time of eruption of permanent teeth and time of shedding of deciduous teeth

Brit. dent. J. 90 (1951), 1

49. STURDIVANT, J. E., KNOTT, V. B., H. V. MEREDITH: Interrelations from serial data for eruption of the permanent dentition

Angle Orthodont. 32 (1962), 1

50. TARANGER, J.: II. Evaluation of biological maturation by means of maturity criteria

Acta Paediatr. Scand. suppl. 258 (1976)

51. TARANGER, J., LICHTENSTEIN, H., I. SVENNBERG - REDEGREN: III. Dental development from birth to 16 years

Acta Paediatr. Scand. suppl. 258 (1976)

52. TARANGER, J., BRUNING, B., CLAESSON, I., KARLBERG, P., LANDSTRÖM, T., B. LINDSTRÖM: A new method for the assessment of skeletal maturity - the MAT - method (mean appearance time of bone stage)

Acta Paediatr. Scand. suppl. 258 (1976)

53. WEERDA, B.: Untersuchung der Relationen zwischen Knochenkernentwicklung des Handgelenkes, Zahnalter und chronologischem Alter

Med. Diss. 1968 Erlangen

54. VOGT, E. C., V. S. VICKERS: Osseous growth and development

Radiology 3 (1938)

Es sei mir erlaubt, an dieser Stelle Frau Professor Dr. A. Fleischer - Peters für die Anregung zu dieser Arbeit, die Durchsicht des Manuskriptes und für die Übernahme des Referates herzlichst zu danken.

Lebenslauf

Name:	Hans - Jürgen Gerd Künecke
Geburtsdatum:	2. Oktober 1950
Geburtsort:	Landshut / Bay.
Name der Eltern:	Gerd Künecke und Ingeborg Künecke, geb. Schilling
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Schulbildung:	1957 - 1961 Volksschule Lochham bei München und Volksschule Raunheim bei Frankfurt 1961 - 1962 Mathematisch - Naturwissenschaftliches Gymnasium Rüsselsheim / Main 1962 - 1970 Mathematisch - Naturwissenschaftliches Gymnasium Neumarkt / OPf.
Bundeswehr:	Juli 1970 - Juni 1972
Studiengang:	WS 1972/73 - WS 1974/75 Studium der Mathematik an der Universität Erlangen - Nürnberg SS 1975 - SS 1980 Studium der Zahnmedizin an der Universität Erlangen - Nürnberg
Prüfungen:	Abitur im Juni 1970 Zahnärztliche Vorprüfung am 6.Sept.77 Zahnärztliche Prüfung am 8. Sept. 80

Offsetdruck · Fotodruck · Hogl · Hauptstraße 109 · 8520 Erlangen · Tel. 0 91 31 / 2 29 90